

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08111544  
PUBLICATION DATE : 30-04-96

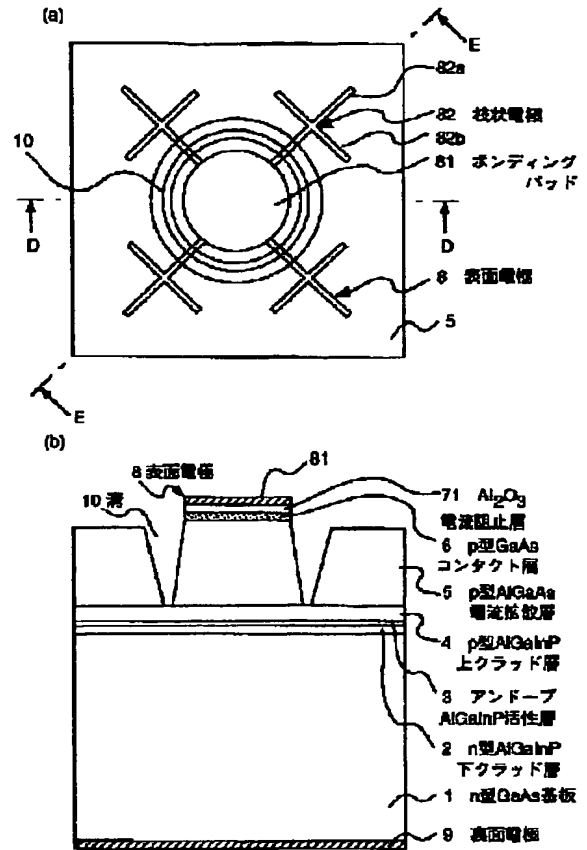
APPLICATION DATE : 07-10-94  
APPLICATION NUMBER : 06243886

APPLICANT : SHARP CORP;

INVENTOR : KURAHASHI TAKANAO;

INT.CL. : H01L 33/00

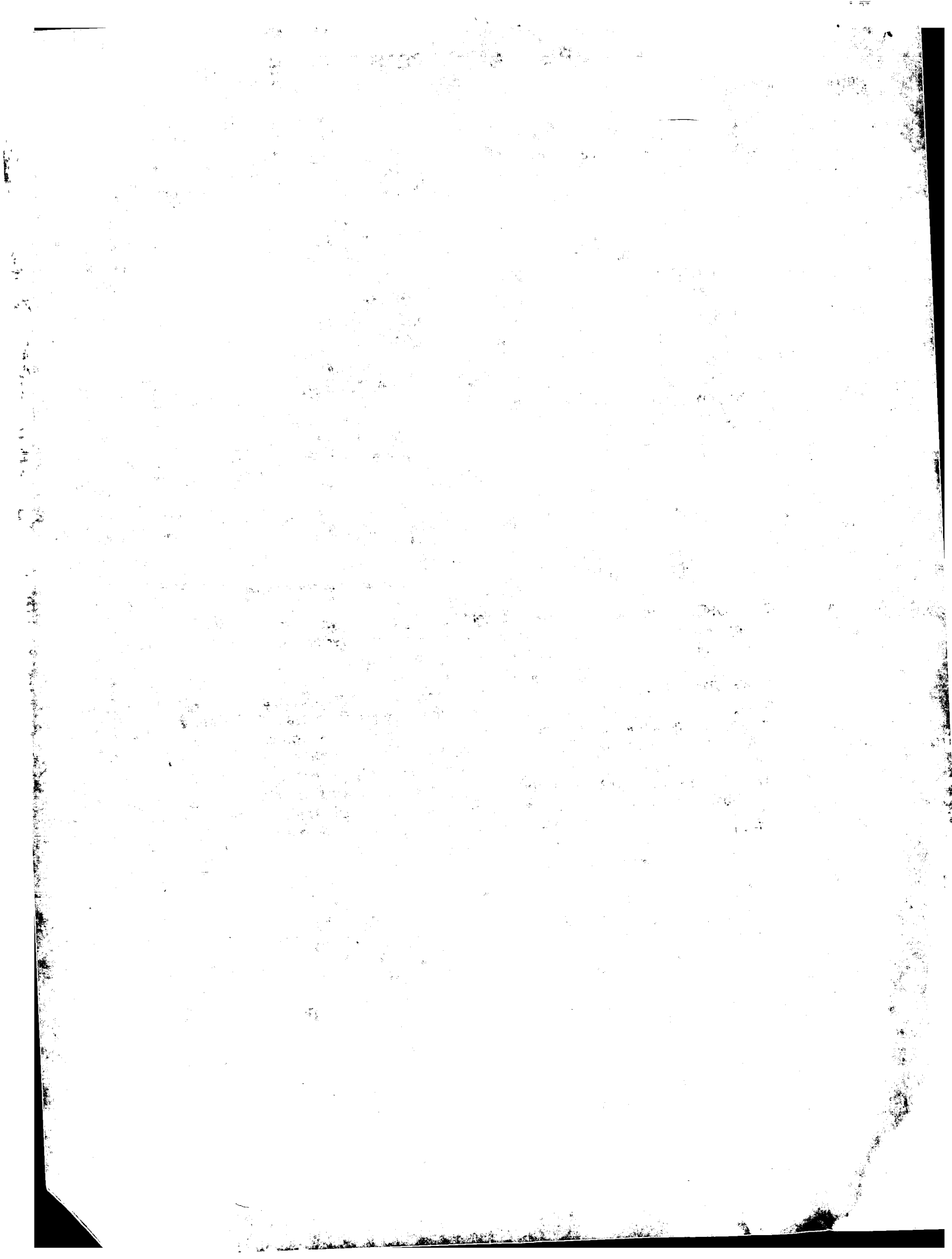
TITLE : SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT



ABSTRACT : PURPOSE: To provide a semiconductor light-emitting element, which can increase external light emission efficiency and luminous brightness and which can be simply manufactured by conducting an epitaxial growing operation.

CONSTITUTION: A semiconductor layer, containing a lower clad layer 2, an active layer 3 and an upper clad layer 4, is provided on a substrate 1, and a front electrode 8 is formed on the abovementioned semiconductor layer. The front electrode 8 is provided at least with a bonding pad 81 and a long and narrow branch part 82a which is radially extending to the surrounding regions from the above-mentioned bonding pad 81. A current block layer 71 is provided directly under the bonding pad 81. Grooves 10, reaching the prescribed depth from the side of the surface of the semiconductor layer, is provided in an annular region which surrounds the bonding pad 81 and crosses the branch part 82a.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-111544

(43)公開日 平成8年(1996)4月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

E

B

室内整理番号

FI

### 技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平6-243886

(22)出願日

平成6年(1994)10月7日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 倉橋 孝尚

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

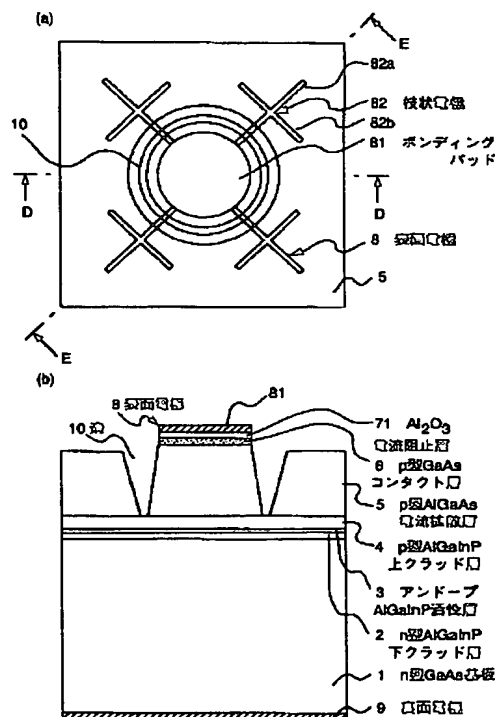
(74)代理人 弁理士 青山 葆 (外1名)

(54)【発明の名称】 半導体発光素子

(57) 【要約】

【目的】 外部山射効率を高めることができ、全体として発光輝度を高めることができる上、1回のエピタキシャル成長により簡単に作製できる半導体発光素子を提供する。

【構成】 基板 1 上に、下クラッド層 2、活性層 3 および上クラッド層 4 を含む半導体層を備え、この半導体層上に表面電極 8 を有する。表面電極 8 は、ボンディングパッド 8 1 と、このボンディングパッド 8 1 から周囲の領域に放射状に伸びる細長い枝部 8 2 a とを少なくとも有する。ボンディングパッド 8 1 の直下に電流阻止層 7 1 を備える。ボンディングパッド 8 1 の周囲を取り囲み上記枝部 8 2 a を横切る環状の領域に、上記半導体層の表面側から所定の深さに達する溝 1 0 を設ける。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型とp型のうち一方の導電型を持つ基板上に、上記一方の導電型を持つクラッド層、光を発することができる活性層およびn型とp型のうち他方の導電型を持つ上クラッド層を含む半導体層を備え、この半導体層上に表面電極を有する半導体発光素子において、

上記表面電極は、所定の面積を持つボンディングパッドと、このボンディングパッドから周囲の領域に放射状に伸びる細長い枝部とを少なくとも有し、

上記ボンディングパッドの直下に、このボンディングパッドから上記半導体層中に電流が注入されるのを阻止する電流阻止層を備え、

上記ボンディングパッドの周囲を取り囲み上記枝部を横切る環状の領域に、上記半導体層の表面側から所定の深さに達する溝を設けて、

上記枝部の先端側から上記溝の外側の半導体層に電流が注入されるようにしたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項2】 請求項1に記載の半導体発光素子において、

上記溝は、上記半導体層の表面側から上記上クラッド層の表面または上記活性層の表面まで達していることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項3】 請求項1または2に記載の半導体発光素子において、

上記溝は、上記環状の領域のうち上記枝部が通っていない部分のみに設けられていることを特徴とする半導体発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は半導体発光素子に関する。より詳しくは、表面電極が設けられた半導体層表面を通して素子外部へ光を出射する表面発光タイプの半導体発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、表面発光タイプの半導体発光素子では、基板表面側に形成した発光層（または「活性層」と呼ぶ）の上に表面電極としてボンディングパッドが形成され、基板裏面側に裏面電極が全面に形成される。上記ボンディングパッドの面積は、ワイヤボンディングされる関係上、 $100\mu\text{m}$ 程度の比較的大きなものとされる。発光層が発した光がボンディングパッドに遮られて外部出射効率が低下するのを防ぐために、例えば、AlGaInP系の半導体発光素子では、AlGaInP発光層と表面電極としてのボンディングパッドとの間に $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ やGaPからなる電流拡散層が設けられている。これにより、ボンディングパッドの直下からその周囲へ電流を拡散させるようにしている。しかしながら、それでも上記発光層が発した光の多くはボンディン

2

グパッドに遮られ、素子外部に取り出すことができない。

【0003】 そこで、従来より、図17(a)、(b)に示すように（同図(b)は同図(a)におけるN-N線断面を示す）、アンドープAlGaInP活性層133と表面電極（ボンディングパッド）138との間にp型AlGaAs電流拡散層135を形成するとともに、ボンディングパッド138の直下のp型AlGaInPクラッド層134（活性層133上に接する）と上記電流拡散層135との間に、ボンディングパッド138と実質的に同じパターンを持つ電流阻止層174を設ける手段が提案されている（特開平4-229665号公報）。これは、電流拡散層135によって電流を拡散するだけでなく、活性層133のうちボンディングパッド138直下の部分に電流が注入されるのを電流阻止層174によって阻止して、ボンディングパッド138直下での発光を相対的に抑えようとするものである。なお、図中、136は表面電極138をオーミック接触させるためのp型GaAsコンタクト層、132はn型AlGaInPクラッド層、131はn型GaAs基板、139は裏面電極をそれぞれ示している。

【0004】 また、図18(a)、(b)に示すように（同図(b)は同図(a)におけるO-O線断面を示す）、表面電極148を中央に位置する円形ボンディングパッド183と、このボンディングパッド183の周囲に放射状に伸びる枝部184a及びこれをつなぐブリッジ部184bからなる枝状電極184とによって構成するとともに、ボンディングパッド183とp型GaAsコンタクト層146との間に、n型電流阻止層175を設ける手段が提案されている（特開昭61-6880号公報）。これは、ボンディングパッド183直下に電流が注入されるのを電流阻止層175によって阻止するとともに、ボンディングパッド183の周囲に枝状電極184によって直接電流を注入して、ボンディングパッド183直下での発光を相対的に抑えようとするものである。なお、図中、144はp型AlGaAsクラッド層、143はp型AlGaAs活性層、142はn型AlGaAsクラッド層、141はn型GaAs基板、149は裏面電極をそれぞれ示している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図17の半導体発光素子では、これを作製する場合、GaAs基板131上にクラッド層132、活性層133、クラッド層134および電流阻止層174を連続的に成長した後、この電流阻止層174の一部をエッチングしてパターン形成し、その後、その上に電流拡散層135とコンタクト層136を連続的に成長することになる。結局、2回のエピタキシャル成長が必要となり、工程が複雑になるという問題がある。また、1回目の成長と2回目の成長との界面での結晶性が悪く、非発光再結合が発生す

3

る。さらに、再成長界面で発生した欠陥が原因となつて、その上に成長する電流拡散層135の結晶性までも著しく低下する。このため、電流拡散距離の低下や光吸収が発生し、発光輝度が全体として低下するという問題がある。

【0006】また、図18の半導体発光素子では、枝状電極184から注入された電流が活性層143に達するまでにボンディングパッド183直下に横に拡散してしまい、ボンディングパッド183の直下での発光を十分に抑えることができないという問題がある。

【0007】そこで、この発明の目的は、外部出射効率を高めることができ、全体として発光輝度を高めることができる上、1回のエピタキシャル成長により簡単に作製できる半導体発光素子を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の半導体発光素子は、n型とp型のうち一方の導電型を持つ基板上に、上記一方の導電型を持つ下クラッド層、光を発することができる活性層およびn型とp型のうち他方の導電型を持つ上クラッド層を含む半導体層を備え、この半導体層上に表面電極を有する半導体発光素子において、上記表面電極は、所定の面積を持つボンディングパッドと、このボンディングパッドから周囲の領域に放射状に伸びる細長い枝部とを少なくとも有し、上記ボンディングパッドの直下に、このボンディングパッドから上記半導体層中に電流が注入されるのを阻止する電流阻止層を備え、上記ボンディングパッドの周囲を取り囲み上記枝部を横切る環状の領域に、上記半導体層の表面側から所定の深さに達する溝を設けて、上記枝部の先端側から上記溝の外側の半導体層に電流が注入されるようにしたことを特徴としている。

【0009】また、請求項2に記載の半導体発光素子は、請求項1に記載の半導体発光素子において、上記溝は、上記半導体層の表面側から上記上クラッド層の表面または上記活性層の表面まで達していることを特徴としている。

【0010】また、請求項3に記載の半導体発光素子は、請求項1または2に記載の半導体発光素子において、上記溝は、上記環状の領域のうち上記枝部が通っていない部分のみに設けられていることを特徴としている。

【0011】

【作用】請求項1の半導体発光素子では、電流阻止層によってボンディングパッドから直接直下の半導体層に電流が注入されるのが阻止される。代わりに、表面電極の枝部の先端側から上記ボンディングパッドの周囲に設けられた溝の外側の半導体層に電流が注入される。この注入された電流は、上記溝のせいでボンディングパッド直下に拡散して回り込むのが抑制され、略そのまま活性層に達する。したがって、ボンディングパッド直下での発

4

光が抑制される一方、ボンディングパッドの周囲での発光が相対的に強まり、結果として外部出射効率が高まる。しかも、上記電流阻止層は、上記半導体層上に設けられているので、上記半導体層の成長に連続して成長させることができ、エピタキシャル成長を1回で済ませることが可能となる。この成長後、表面電極等を形成すれば良い。これにより、この半導体発光素子は簡単に作製される。また、このように作製した場合、半導体層中に再成長界面が存在しないので、半導体層の結晶性が良好なものとなる。したがって、外部出射効率が高まることと相俟って、全体として発光輝度が高まる。

【0012】請求項2の半導体発光素子では、上記溝は、上記半導体層の表面側から上クラッド層の表面または活性層の表面まで達しているのので、上記枝部から半導体層に注入された電流はそのまま上クラッド層または活性層に達する。したがって、ボンディングパッド直下での発光がさらに抑制される一方、ボンディングパッド周囲での発光がさらに強まり、結果として、外部出射効率が高まる。

【0013】請求項3の半導体発光素子では、上記溝は、上記ボンディングパッドの周囲を取り囲む環状の領域のうち上記枝部が通っていない部分のみに設けられているのので、上記枝部が上記溝の段差によって断線することがない。

【0014】

【実施例】以下、この発明の半導体発光素子を実施例により詳細に説明する。

(実施例1)図5(a)、(b)および図6はこの発明の第1の実施例の、GaAs基板を用いたAlGaInP系半導体発光素子の構造を示している。図5(a)は素子の表面を示し、図5(b)は図5(a)におけるD-D線断面、図6は図5(a)におけるE-E線断面をそれぞれ示している。これらの図に示すように、この半導体発光素子は、n型のGaAs基板1上に、半導体層としてn型の(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P下クラッド層2、アンドープの(Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P活性層3、p型の(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P上クラッド層4、p型のAl<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As電流拡散層5およびp型のGaAsコンタクト層6を備えている。このコンタクト層6上に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>電流阻止層71と、円形(直径100μm)のボンディングパッド81および枝状電極82からなる表面電極8とが設けられている。枝状電極82は、ボンディングパッド81から四方に放射状に伸びる細長い枝部82aと、この枝部82aの途中から枝部82aに垂直に伸びる細長い枝部82bとを有している。上記電流阻止層71は、ボンディングパッド81と同一の径を持ち、このボンディングパッド81の直下に設けられている。ボンディングパッド81の周囲を隣接して取り囲み上記枝部82aの根元(すなわち、ボンディングパッド81と枝部82bが付いた箇所との間の部分)を横切る環状の領域に、

コンタクト層6の表面から上クラッド層4の表面まで達する溝10が設けられている。なお、図6に示すように、コンタクト層6のパターンは、この溝10の領域を除いて、表面電極8のパターンと一致している。

【0015】この半導体発光素子は次のようにして作製する。なお、以下では、簡単のためパターン加工前の層とパターン加工後の層とを同一符号で表すものとする。

【0016】①まず、図1に示すように、n型のGaAs基板1上に、MOCVD法により、n型の $(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ 下クラッド層（厚さ1 $\mu m$ ）2、アンダーブの $(Al_{0.3}Ga_{0.7})_{0.5}In_{0.5}P$ 活性層（厚さ0.6 $\mu m$ ）3、p型の $(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ 上クラッド層（厚さ2 $\mu m$ ）4、p型の $Al_{0.7}Ga_{0.3}As$ 電流拡散層（厚さ7 $\mu m$ ）5およびp型のGaAsコンタクト層（厚さ0.2 $\mu m$ ）6を連続的に積層する。

【0017】②次に、図2(a)、(b)に示すように（同図(b)は同図(a)におけるA-A線断面を示す）、コンタクト層6の表面に $Al_2O_3$ 層を全面に蒸着し、この $Al_2O_3$ 層をフォトリソグラフィおよび熱リン酸による化学エッチングによりパターン加工して、素子中央に相当する領域に100 $\mu m$ φの $Al_2O_3$ 電流阻止層71を形成する。

【0018】③次に、図3(a)、(b)に示すように（同図(b)は同図(a)におけるB-B線断面を示す）、フォトリソグラフィおよび硫酸系エッチャントによる化学エッチングにより、 $Al_2O_3$ 電流阻止層71の周囲を隣接して取り囲む環状の領域に、GaAsコンタクト層6の表面から $(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ 上クラッド層4の表面まで達する断面略V字状の溝10を形成する。

【0019】④その上に、図4(a)、(b)に示すように（同図(b)は同図(a)におけるC-C線断面を示す）、AuZn/Auからなる表面電極層8を全面に形成する。一方、GaAs基板1の裏面側にAuGe/Niからなる裏面電極9を全面に形成する。

【0020】⑤最後に、図5(a)、(b)および図6に示したように、AuZn/Auからなる表面電極層8およびGaAsコンタクト層6をフォトリソグラフィおよびヨウ素系エッチャント、アンモニア系エッチャントによる化学エッチングによりパターン加工して、既に述べたパターンを持つ表面電極8を形成し、熱処理を施す。コンタクト層6のパターンは、溝10の領域を除いて、表面電極8のパターンと一致した状態に仕上がる。

【0021】このように、半導体層2、…、6のエピタキシャル成長を1回で済ませた後（工程①）、電流阻止層71や電極8、9等を形成している（工程②～⑤）ので、半導体発光素子を簡単に作製することができる。

【0022】また、このようにして得られた半導体発光素子では、電流阻止層71によってボンディングパッド81から直接直下の半導体層に電流が注入されるのが阻止される。代わりに、枝状電極82の枝部82aの先端側や枝部82bから溝10の外側の半導体層に電流が注

入される。この枝部82aの先端側や枝部82bから注入された電流は、上記溝10のせいでボンディングパッド81直下に拡散して回り込むのが抑制され、そのまま上クラッド層4に達し、続いて略そのまま活性層3に達する。したがって、ボンディングパッド81の直下での発光が抑制される一方、ボンディングパッド81の周囲での発光が相対的に強まる。結果として外部出射効率を高めることができる。しかも、半導体層2、…、6のエピタキシャル成長を1回で済ませているので、半導体層中に再成長界面が存在せず、半導体層の結晶性を良好なものとするることができる。したがって、外部出射効率が高まることと相俟って、全体として発光輝度を高めることができる。

【0023】実際に、従来の半導体発光素子（図17）の構造では発光輝度が1cdのものしか得られなかったのに対し、この第1の実施例によれば1.5cdの発光輝度を示す半導体発光素子を得ることができた。

【0024】（実施例2）図11(a)、(b)は第2の実施例の半導体発光素子の構造を示している。同図(a)は素子の表面を示し、同図(b)は同図(a)におけるI-I線断面を示している。これらの図に示すように、この半導体発光素子は、n型のGaAs基板11上に、半導体層としてn型の $Al_{0.7}Ga_{0.3}As$ 下クラッド層12、p型の $Al_{0.35}Ga_{0.65}As$ 活性層13、p型の $Al_{0.7}Ga_{0.3}As$ 上クラッド層14およびp型のGaAsコンタクト層16を備えている。このコンタクト層16上に、n型GaAs電流阻止層72と、円形（直径100 $\mu m$ ）のボンディングパッド83および枝状電極84からなる表面電極18とが設けられている。枝状電極84は、ボンディングパッド83から四方に放射状に伸びる細長い枝部84aと、この枝部84aの途中から枝部84aに垂直に伸びる細長い枝部84bとを有している。上記電流阻止層72は、ボンディングパッド83と同一の径を持ち、このボンディングパッド83の直下に設けられている。ボンディングパッド83の周囲を隣接して取り囲む環状の領域のうち上記枝部84aが通っていない部分のみに、コンタクト層16の表面から活性層13の表面まで達する溝20が設けられている。すなわち、溝20は、上記環状の領域を周方向に約90°毎に分割した4つの円弧状の部分に設けられている。なお、コンタクト層16のパターンは表面電極18のパターンと一致している。

【0025】この半導体発光素子は次のようにして作製する。

【0026】①図7に示すように、n型のGaAs基板11上に、MOCVD法により、n型の $Al_{0.7}Ga_{0.3}As$ 下クラッド層（厚さ1 $\mu m$ ）12、p型の $Al_{0.35}Ga_{0.65}As$ 活性層（厚さ0.6 $\mu m$ ）13、p型の $Al_{0.7}Ga_{0.3}As$ 上クラッド層（厚さ7 $\mu m$ ）14、p型のGaAsコンタクト層（厚さ0.2 $\mu m$ ）16およびn型のGaAs電流阻止層72を連続的に積層する。なお、この例では、p型の

7

$\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 上クラッド層14の厚さを $7\mu\text{m}$ と厚くしているため、この上クラッド層14が電流拡散層としても機能する。

【0027】②次に、図8(a)、(b)に示すように(同図(b)は同図(a)におけるF-F線断面を示す)、このn型GaAs層72をフォトリソグラフィおよび硫酸系エッチャントによる化学エッチングによりパターン加工して、素子中央に相当する領域に $100\mu\text{m}\phi$ のn型GaAs電流阻止層72を形成する。

【0028】③その上に、図9(a)、(b)に示すように(同図(b)は同図(a)におけるG-G線断面を示す)、AuZn/Auからなる表面電極層18を全面に形成する。一方、GaAs基板11の裏面にAuGe/Niからなる裏面電極19を全面に形成する。

【0029】④次に、図10(a)、(b)に示すように(同図(b)は同図(a)におけるH-H線断面を示す)、AuZn/Au表面電極層18およびGaAsコンタクト層16をフォトリソグラフィおよびヨウ素系エッチャント、アンモニア系エッチャントによる化学エッチングによりパターン加工して、既に述べたパターンを持つ表面電極18を形成し、熱処理を施す。コンタクト層16のパターンは、表面電極18のパターンと一致した状態に仕上がる。

【0030】⑤最後に、図11(a)、(b)に示したように、フォトリソグラフィおよび硫酸系エッチャントによる化学エッチングにより、ボンディングパッド83の周囲を取り囲む環状の領域のうち上記枝部84aが通っていない部分のみに、 $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 上クラッド層14の表面から $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.65}\text{As}$ 活性層13の表面まで達する溝20を形成する。

【0031】このように、半導体層12、…、16および電流阻止層72のエピタキシャル成長を1回で済ませた後(工程①)、電極18、19や溝20を形成している(工程②~⑤)ので、半導体発光素子を簡単に作製することができる。しかも、溝20を、ボンディングパッド83の周囲を取り囲む環状の領域のうち枝部84aが通っていない部分のみに設けているので、枝部84aが溝20の段差によって断線するのを防ぐことができる。

【0032】また、このようにして得られた半導体発光素子では、第1の実施例と同様に、電流阻止層72によってボンディングパッド83から直接直下の半導体層に電流が注入されるのが阻止される。代わりに、枝状電極84の枝部84aの先端側や枝部84bから溝20の外側の半導体層に電流が注入される。この枝部84aの先端側や枝部84bから注入された電流は、上記溝20のせいでボンディングパッド83直下に拡散して回り込むのが抑制され、そのまま活性層13に達する。したがって、ボンディングパッド83の直下での発光が抑制される一方、ボンディングパッド83の周囲での発光が相対的に強まる。結果として外部出射効率を高めることがで

8

きる。しかも、半導体層12、…、16および電流阻止層72のエピタキシャル成長を1回で済ませているので、半導体層中に再成長界面が存在せず、半導体層の結晶性を良好なものとすることができる。したがって、外部出射効率が高まることと相俟って、全体として発光輝度を高めることができる。

【0033】実際に、従来の半導体発光素子(図18)の構造では発光輝度が1cdのものしか得られなかったのに対し、この第2の実施例によれば2cdの発光輝度を示す半導体発光素子を得ることができた。

【0034】(実施例3)図16(a)、(b)は第3の実施例の半導体発光素子の構造を示している。同図(a)は素子の表面を示し、同図(b)は同図(a)におけるM-M線断面を示している。この図に示すように、この半導体発光素子は、n型のGaP基板21上に、半導体層としてn型の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{P}$ ( $x=1\rightarrow0.5$ )組成勾配層40、n型の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 下クラッド層22、アンドープの $(\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 活性層23およびp型の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 上クラッド層24を備えている。この上クラッド層24上に、ドーピング濃度が $10^{17}\text{cm}^{-3}$ 以下のp型の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 電流阻止層73と、円形(直径 $100\mu\text{m}$ )のボンディングパッド85および枝部としての枝状電極86からなる表面電極28を備えている。枝状電極86はボンディングパッド85から四方に放射状に伸びている。上記電流阻止層73は、ボンディングパッド85と同一の径を持ち、このボンディングパッド85の直下に設けられている。ボンディングパッド85の周囲を隣接して取り囲む環状の領域のうち上記枝状電極86が通っていない部分のみに、上クラッド層24の表面から活性層23の表面まで達する溝30が設けられている。すなわち、溝30は、上記環状の領域を周方向に約 $90^\circ$ 毎に分割した4つの円弧状の部分に設けられている。

【0035】この半導体発光素子は次のようにして作製する。

【0036】①図12に示すように、n型のGaP基板21上に、MOCVD法により、n型の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{P}$ ( $x=1\rightarrow0.5$ )組成勾配層(厚さ $1\mu\text{m}$ )40、n型の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 下クラッド層(厚さ $1\mu\text{m}$ )22、アンドープの $(\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 活性層(厚さ $0.6\mu\text{m}$ )23、p型の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 上クラッド層(厚さ $2\mu\text{m}$ )24、およびドーピング濃度が $10^{17}\text{cm}^{-3}$ 以下のp型の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 電流阻止層73を連続的に積層する。ここで、n型の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{P}$ ( $x=1\rightarrow0.5$ )組成勾配層40がGaP基板21と半導体層22、23、24等との間の格子定数の差を吸収する役割を果たしているため、半導体層における格子欠陥を減少させることができる。また、GaP基板21は発光波長に対して透明であるため、このGaP基板21を通して光を取り出すこ

とができる。

【0037】②次に、図13(a)、(b)に示すように(同図(b)は同図(a)におけるJ-J線断面を示す)、p型の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ の電流阻止層73をフォトリソグラフィおよび熱リン酸による化学エッチングによりパターン加工して、素子中央に相当する領域に $100\mu\text{m}$ φのp型 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 電流阻止層73を形成する。

【0038】③その上に、図14(a)、(b)(同図(b)は同図(a)におけるK-K線断面を示す)に示すように、 $\text{AuZn}/\text{Au}$ からなる表面電極層28を全面に形成する。一方、GaP基板21の裏面側に $\text{AuGe}/\text{Ni}$ からなる裏面電極29を形成する。

【0039】④次に、図15(a)、(b)に示すように(同図(b)は同図(a)におけるL-L線断面を示す)、 $\text{AuZn}/\text{Au}$ からなる表面電極層28をフォトリソグラフィおよびヨウ素系エッチャントによる化学エッチングによりパターン加工して、電流阻止層73上に重なる $100\mu\text{m}$ φのボンディングパッド85とその周囲に放射状に伸びる枝状電極86とからなる表面電極28を形成し、熱

処理を施す。

【0040】⑤最後に、図16(a)、(b)に示したように、フォトリソグラフィおよび熱リン酸による化学エッチングにより、ボンディングパッド85の周囲を取り囲む環状の領域のうち上記枝状電極86が通っていない部分のみに、p型の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 上クラッド層24の表面からアンドープの $(\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 活性層23の表面まで達する溝30を形成する。

【0041】このように、半導体層40、22、…、24および電流阻止層73のエピタキシャル成長を1回で済ませた後(工程①)、電極28、29や溝30を形成している(工程②～⑤)ので、半導体発光素子を簡単に作製することができる。しかも、溝30を、ボンディングパッド85の周囲を取り囲む環状の領域のうち枝状電極86が通っていない部分のみに設けているので、枝状電極86が溝30の段差によって断線するのを防ぐことができる。

【0042】また、このようにして得られた半導体発光素子では、第1、第2の実施例と同様に、電流阻止層73によってボンディングパッド85から直接直下の半導体層に電流が注入されるのが阻止される。これは、 $\text{AuZn}/\text{Au}$ からなる表面電極28はp型 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ の電流阻止層73に対してオーミック接触しないので、ボンディングパッド85のコンタクト抵抗が枝状電極86のコンタクト抵抗に比して大きくなるからである。代わりに、枝状電極86の先端側から溝30の外側の半導体層に電流が注入される。この枝状電極86の先端側から注入された電流は、上記溝30のせいでボンディングパッド85直下に拡散して回り込むのが抑制され、そのまま活性層23に達する。したがって、ボン

ディングパッド85の直下での発光が抑制される一方、ボンディングパッド85の周囲での発光が相対的に強まる。結果として外部出射効率を高めることができる。しかも、半導体層40、22、…、24および電流阻止層73のエピタキシャル成長を1回で済ませているので、半導体層中に再成長界面が存在せず、半導体層の結晶性を良好なものとすることができる。したがって、外部出射効率が高まることと相俟って、全体として発光輝度を高めることができる。

10 【0043】実際に、図16において電流阻止層73および溝30を持たない構造のものに比べて、この半導体発光素子は1.2倍程度の発光強度を示すことができた。

【0044】

【発明の効果】以上より明らかなように、請求項1の半導体発光素子では、表面電極は、所定の面積を持つボンディングパッドと、このボンディングパッドから周囲の領域に放射状に伸びる細長い枝部とを少なくとも有し、上記ボンディングパッドの直下に、このボンディングパッドから半導体層中に電流が注入されるのを阻止する電流阻止層を備え、上記ボンディングパッドの周囲を取り囲み上記枝部を横切る環状の領域に、上記半導体層の表面側から所定の深さに達する溝を設けているので、電流阻止層によってボンディングパッドから直接直下の半導体層に電流が注入されるのが阻止される一方、表面電極の枝部の先端側から上記ボンディングパッドの周囲に設けられた溝の外側の半導体層に電流が注入される。この注入された電流は、上記溝のせいでボンディングパッド直下に拡散して回り込むのが抑制され、略そのまま活性層に達する。したがって、ボンディングパッド直下での発光が抑制される一方、ボンディングパッドの周囲での発光が相対的に強まり、結果として外部出射効率を高めることができる。しかも、上記電流阻止層は、上記半導体層上に設けられているので、上記半導体層の成長に連続して成長させることができ、エピタキシャル成長を1回で済ませることができる。これにより、この半導体発光素子は簡単に作製することができる。また、このように作製した場合、半導体層中に再成長界面が存在しないので、半導体層の結晶性が良好なものとなり、外部出射効率が高まることと相俟って、全体として発光輝度を高めることができる。

【0045】請求項2の半導体発光素子では、上記溝は、上記半導体層の表面側から上クラッド層の表面または活性層の表面まで達しているので、上記枝部から半導体層に注入された電流はそのまま上クラッド層または活性層に達する。したがって、ボンディングパッド直下での発光がさらに抑制される一方、ボンディングパッド周囲での発光がさらに強まり、結果として、外部出射効率をさらに高めることができる。

50 【0046】請求項3の半導体発光素子では、上記溝



11

は、上記ボンディングパッドの周囲を取り囲む環状の領域のうち上記枝部が通っていない部分のみに設けられているので、上記枝部が上記溝の段差によって断線するのを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の第1の実施例の、GaAs基板を用いたAlGaInP系半導体発光素子の作製過程を示す断面図である。

【図2】 上記半導体発光素子の作製過程を示す表面図および断面図である。

【図3】 上記半導体発光素子の作製過程を示す表面図および断面図である。

【図4】 上記半導体発光素子の作製過程を示す表面図および断面図である。

【図5】 上記半導体発光素子の完成状態の表面図および断面図である。

【図6】 上記半導体発光素子の完成状態の別の箇所の断面図である。

【図7】 この発明の第2の実施例の、GaAs基板を用いたAlGaAs系半導体発光素子の作製過程を示す断面図である。

【図8】 上記半導体発光素子の作製過程を示す表面図および断面図である。

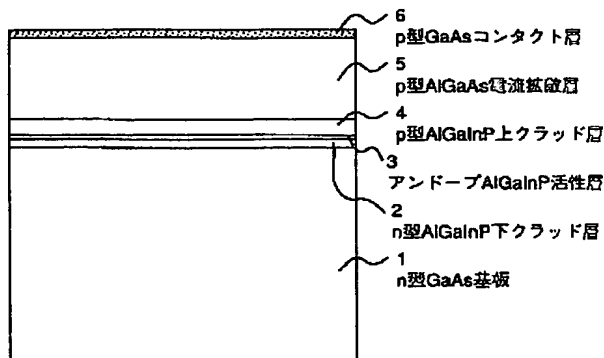
【図9】 上記半導体発光素子の作製過程を示す表面図および断面図である。

【図10】 上記半導体発光素子の作製過程を示す表面図および断面図である。

【図11】 上記半導体発光素子の完成状態の表面図および断面図である。

【図12】 この発明の第3の実施例の、GaP基板を用いたAlGaInP系半導体発光素子の作製過程を示す断面図である。

【図1】



12

【図13】 上記半導体発光素子の作製過程を示す表面図および断面図である。

【図14】 上記半導体発光素子の作製過程を示す表面図および断面図である。

【図15】 上記半導体発光素子の作製過程を示す表面図および断面図である。

【図16】 上記半導体発光素子の完成状態の表面図および断面図である。

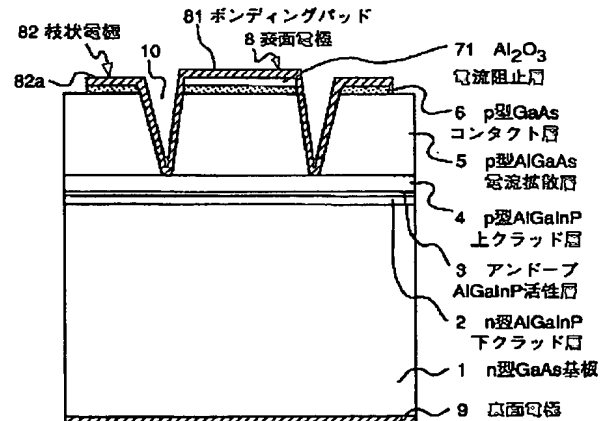
【図17】 従来の、GaAs基板を用いたAlGaInP系半導体発光素子の概略構造を示す表面図および断面図である。

【図18】 従来の、GaAs基板を用いた別のAlGaAs系半導体発光素子の概略構造を示す表面図および断面図である。

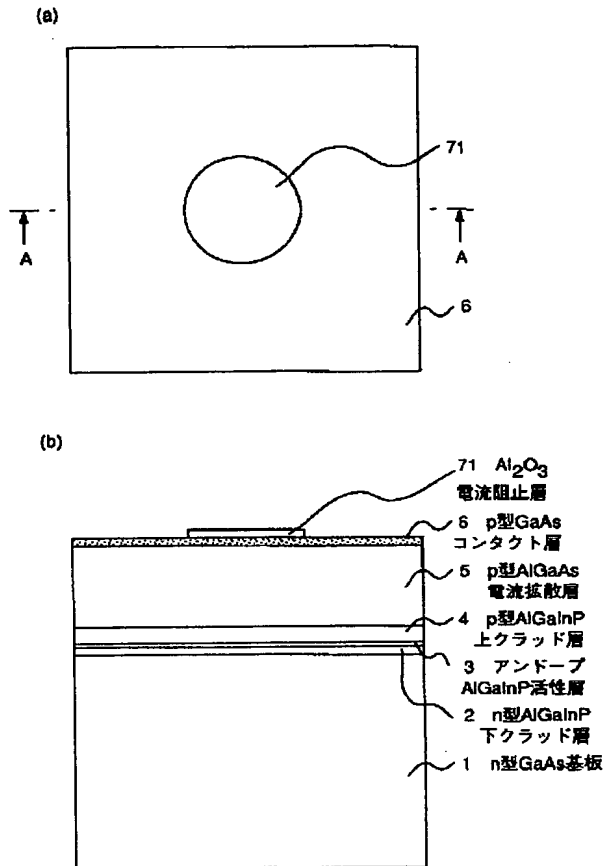
【符号の説明】

- 1, 11 GaAs基板
- 2, 22 AlGaInP下クラッド層
- 3, 23 AlGaInP活性層
- 4, 24 AlGaInP上クラッド層
- 5 AlGaAs電流拡散層
- 6, 16 GaAsコンタクト層
- 8, 18, 28 表面電極
- 9, 19, 29 裏面電極
- 10, 20, 30 溝
- 12 AlGaAs下クラッド層
- 13 AlGaAs活性層
- 14 AlGaAs上クラッド層
- 21 GaP基板
- 71, 72, 73 電流阻止層
- 81, 83, 85 ボンディングパッド
- 82, 84, 86 枝状電極
- 82a, 82b, 84a, 84b 枝部

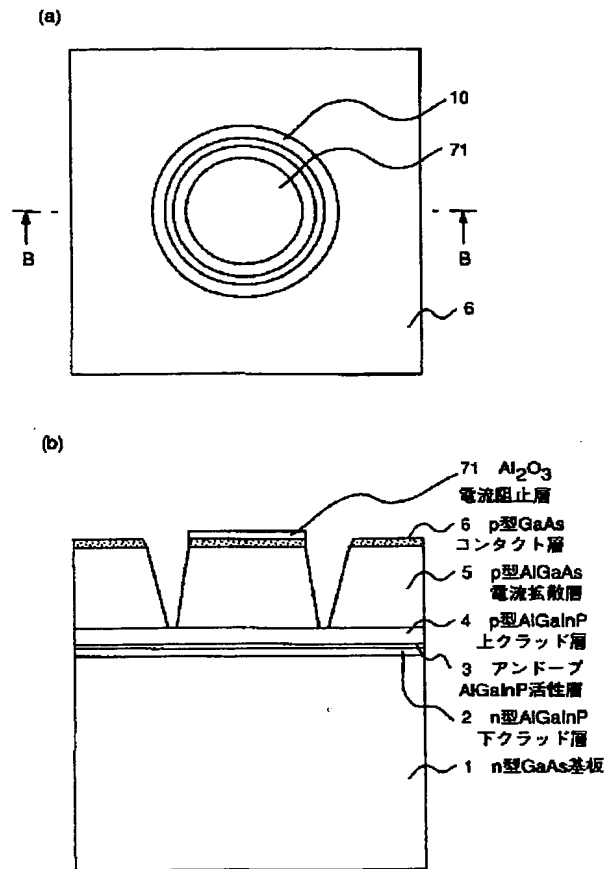
【図6】



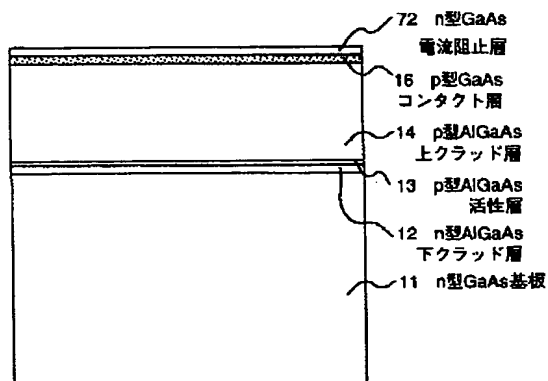
【図2】



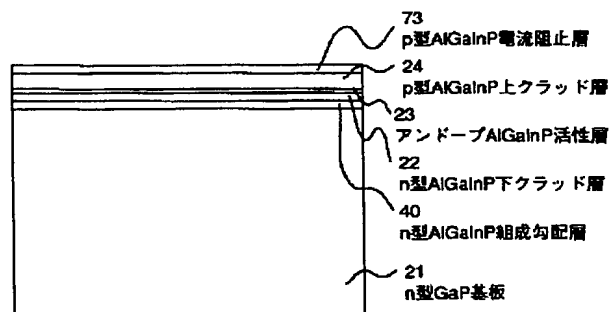
【図3】



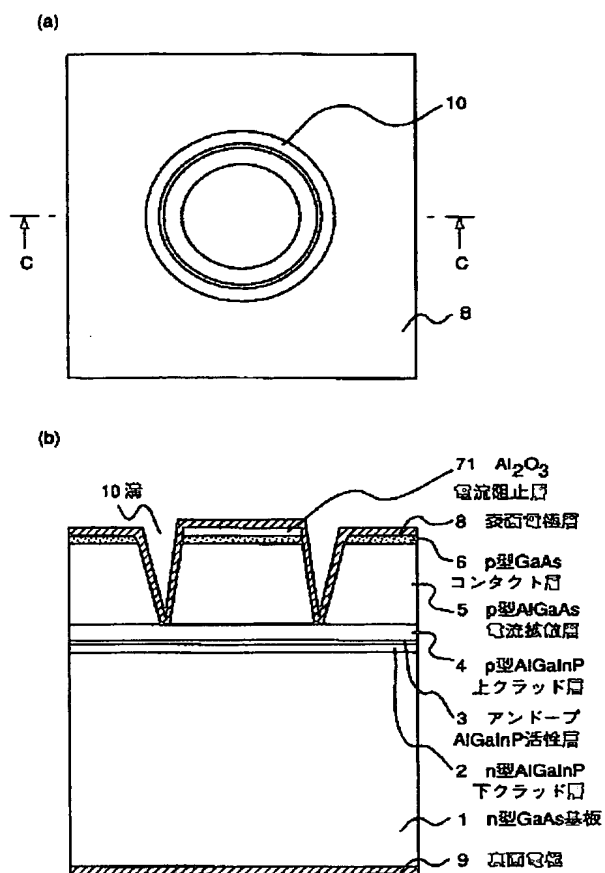
【図7】



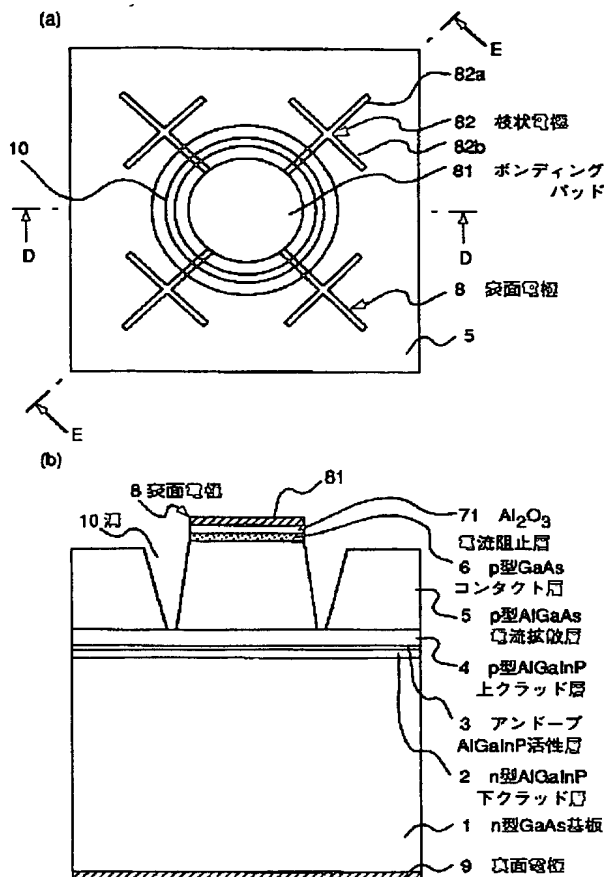
【図12】



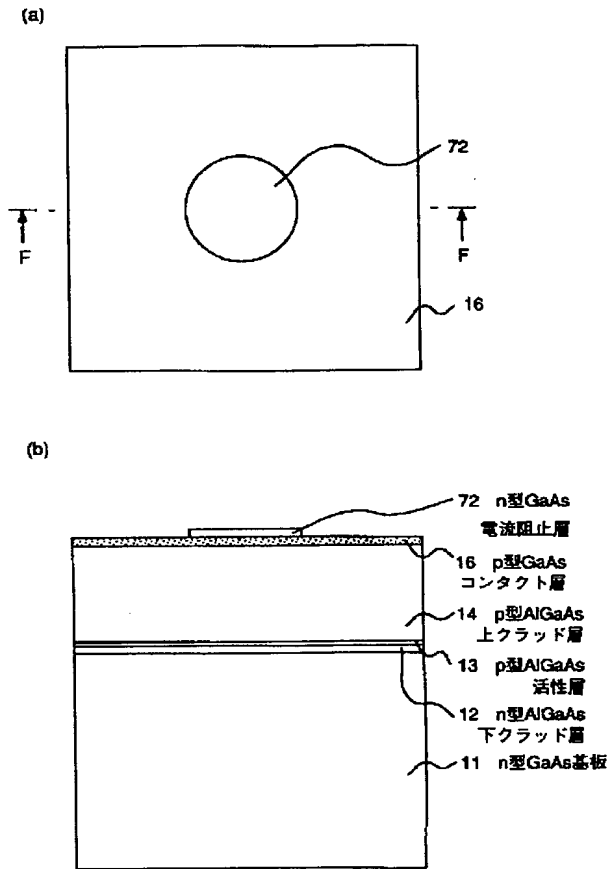
【図4】



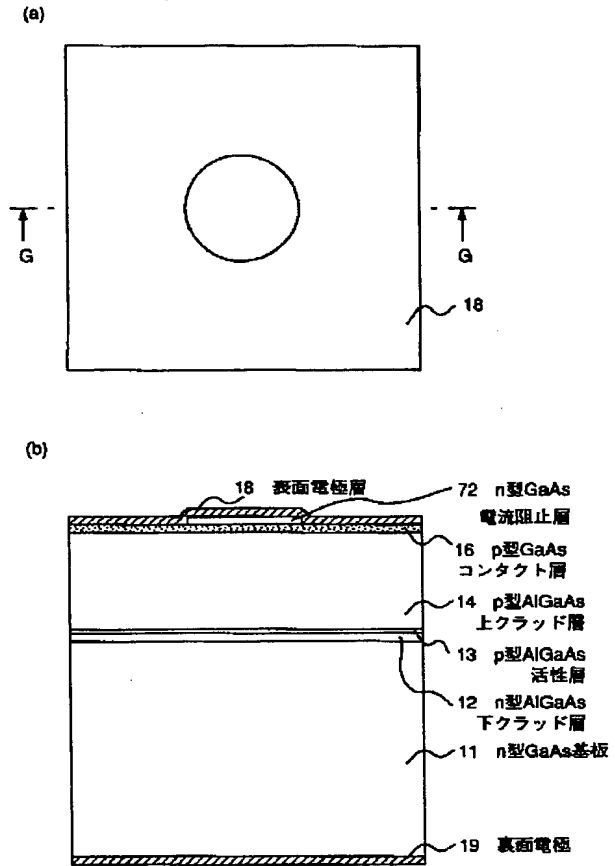
【図5】



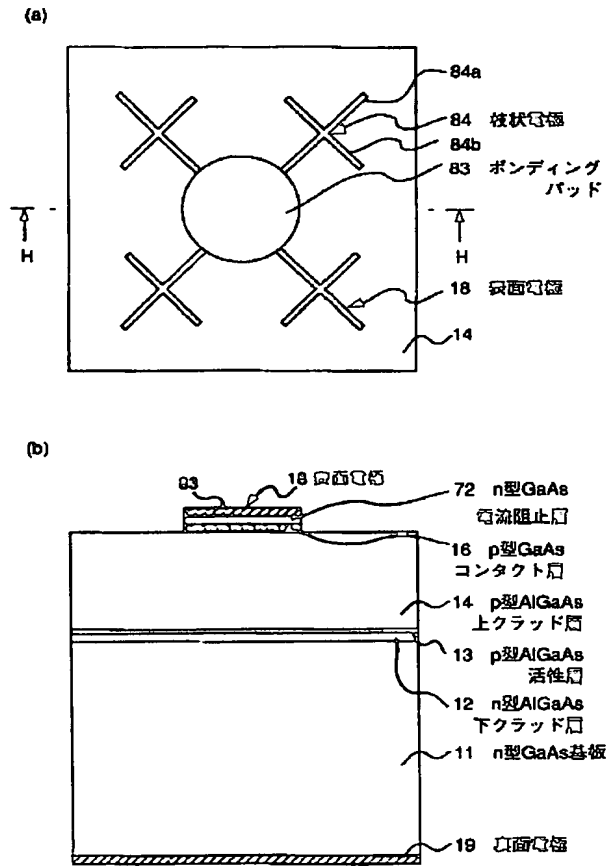
【図 8】



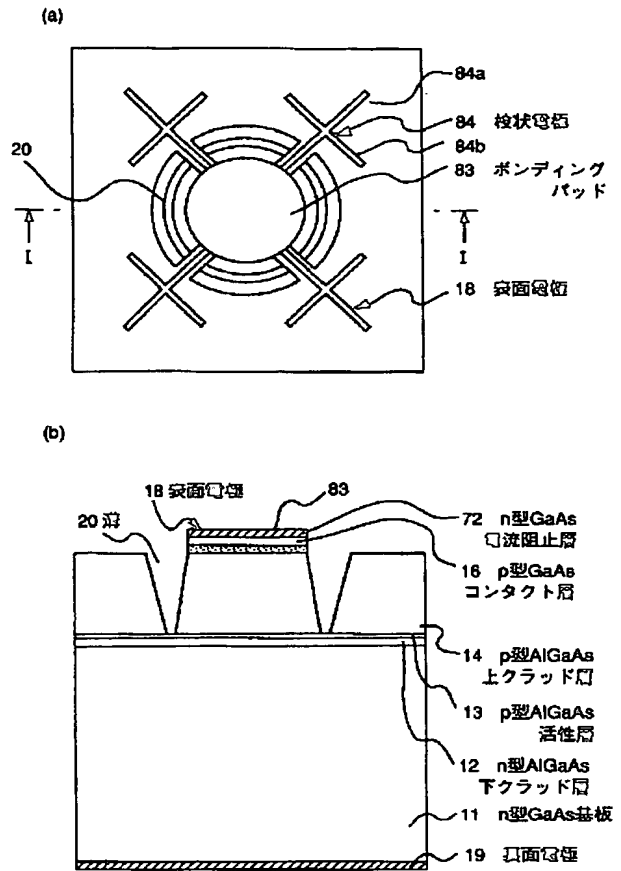
【図 9】



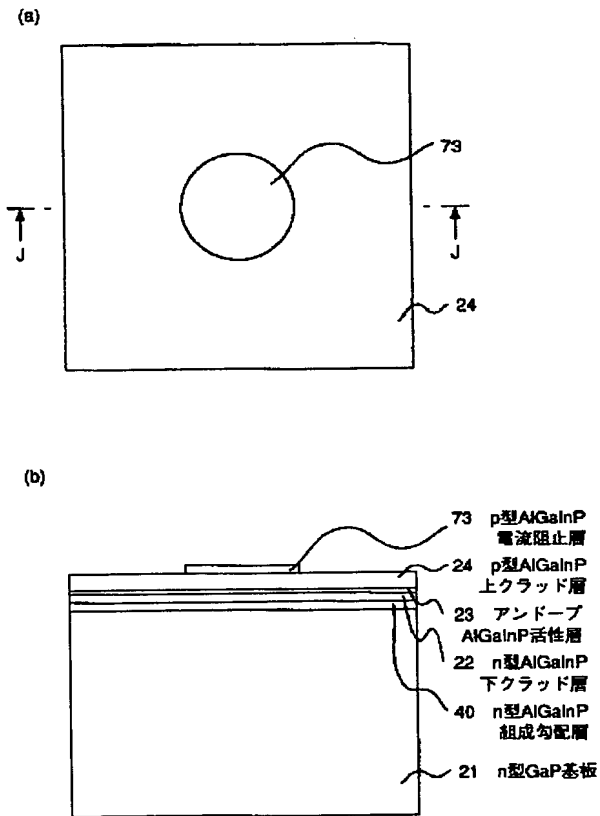
【図10】



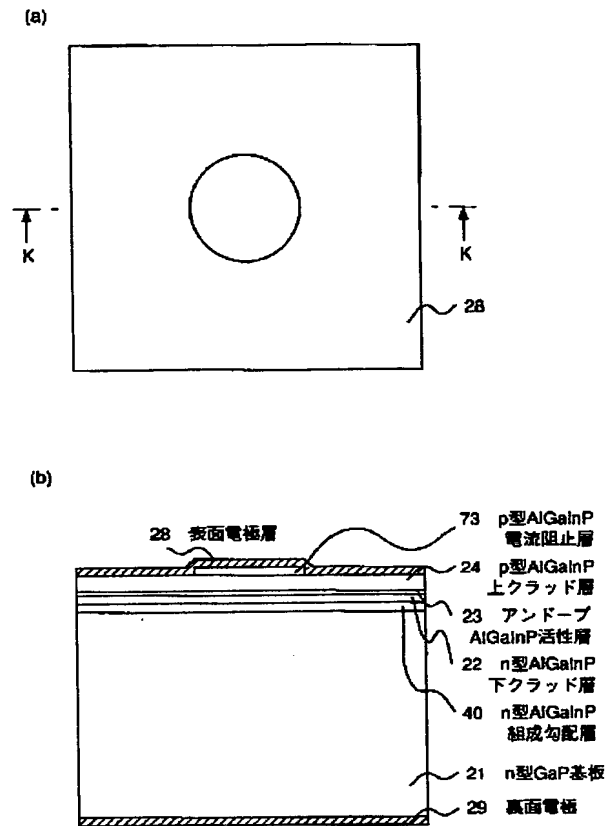
【図11】



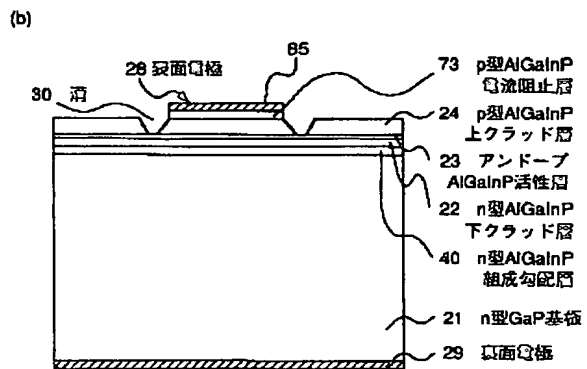
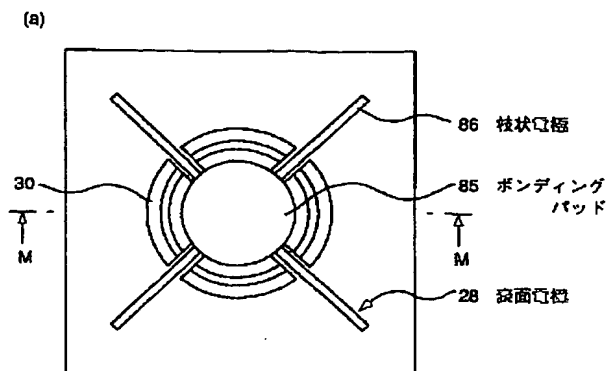
【図13】



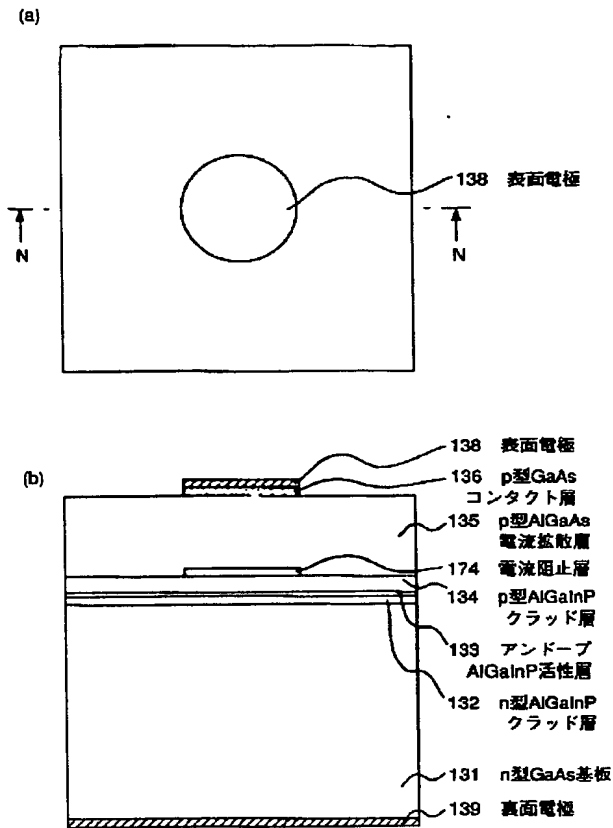
【図14】



【图 16】



【図17】



【図18】

